ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1922.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE ROUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ENTOMOLOGIE. — *Sur le développement de quelques coaptations des Insectes.* Note (1) de MM. **L. Cuénot** et **Raymond Poisson**.

On peut définir les coaptations comme des dispositifs mécaniques formés par l'ajustement réciproque de deux parties indépendantes; dans les œuvres humaines, une lame de couteau qui se rabat dans la rainure du manche, un bouton et sa boutonnière, une clé et une serrure, sont de bons exemples de coaptations. Les animaux, et en particulier les Insectes, offrent de très nombreux exemples de coaptations, souvent d'une rare perfection mécanique. Avant de se demander par quel processus elles ont pu apparaître chez les espèces, il est indispensable d'être renseigné sur leur développement ontogénique qui est peu ou point connu.

1° Hémiptères aquatiques (Nèpe, Ranatre, Bélostome, Notonecte, Naucore). — Chez tous ces Insectes, les hémélytres sont très solidement attachés au mésothorax par un dispositif réalisant le bouton-pression connu dans l'industrie humaine (*fig.* 1) : l'épimérite porte un bouton saillant (*b*) qui se loge à frottement dur dans une cavité (*l*) de la base de l'hémélytre; l'adhérence des deux parties est encore assurée par un pavage d'écailles chitineuses qui s'engrènent. Il faut faire un petit effort, déterminant un déclic caractéristique, pour dégrafer l'hémélytre, comme le bouton-pression d'un gant, tant la fermeture est exacte. Cette coaptation est certainement une adaptation à la vie aquatique, car tous les Hémiptères qui la possèdent vivent *dans* l'eau, y plongent, et l'on comprend, sans descendre

(1) Séance du 4 septembre 1922.

dans le détail, qu'il y a avantage à ce que les hémélytres restent adhérents au corps dans tous les mouvements.

Les *Corixidæ* ont à la même place un appareil un peu différent, mais

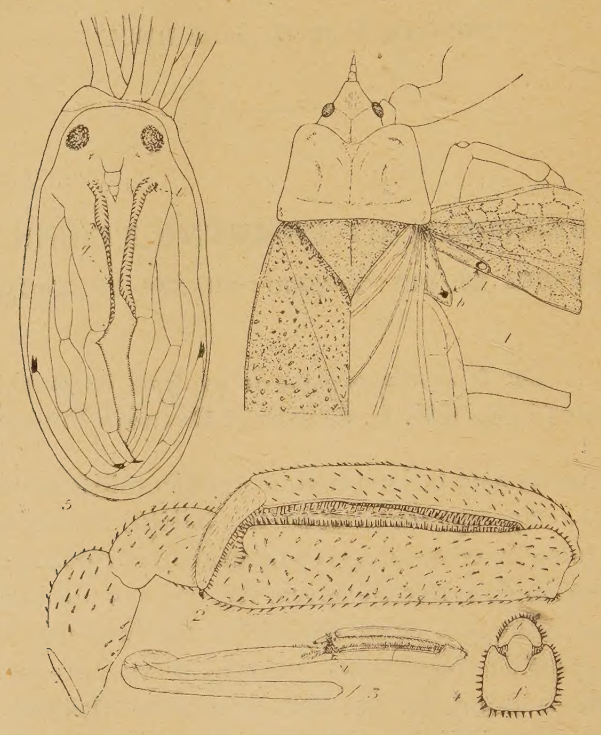


Fig. 1. — Imago de *Nepa cinerea* L., vu par la face dorsale. L'hémélytre droit est retourné sur lui-même pour montrer sa face inférieure. On distingue le logement (*l*) du bouton (*b*) fixé sur l'épimérite.

Fig. 2. — Jeune larve de *Nepa cinerea;* patte ravisseuse presque fermée montrant les bordures de poils fémoraux et tibiaux et le logement spécial pour le tarse.

Fig. 3. — *Ranatra linearis* L. adulte; patte ravisseuse presque fermée : *t*, taquet d'arrêt.

Fig. 4. — Coupe transversale d'une patte ravisseuse fermée de *Nepa*, montrant le fémur (*f*) et le tibia (*t*) coaptés par leurs brosses de poils.

Fig. 5. — Embryon de *Nepa cinerea*, en place dans l'œuf, vu par transparence au travers de la coque; *g*, gouttière fémorale bordée de poils; *l*, logement du tarse.

jouant le même rôle; il est constitué par une apophyse de l'épimérite (correspondant au bouton) venant s'accrocher avec une apophyse de l'hémélytre, sans qu'il y ait cavité coaptante (il est à noter que les *Corixidæ*, comme l'un de nous le montrera prochainement, tout en étant franchement aquatiques, ont des liens avec certains Hémiptères terrestres, notamment par la présence de glandes répugnatoires dans l'abdomen).

Développement. — Le bouton et son logement hémélytral sont propres à l'imago; ils apparaissent complètement formés avant la mue imaginale. Le point sur lequel il est nécessaire d'insister, c'est que les deux parties, dont la correspondance est si parfaite, se développent d'une façon tout à fait indépendante sans aucun contact ni voisinage possible. Le futur hémélytre est renfermé dans son fourreau alaire à épaisses parois ; au cours de la mue, l'hémélytre, plissé comme du papier de soie très froissé, s'étale, et la région correspondante à la boutonnière vient se placer exactement à la hauteur du bouton de l'épimérite, dégagé lui aussi de l'enveloppe larvaire.

2° Pattes ravisseuses (Nèpe, Ranatre, Naucore). — Les pattes prothoraciques de ces Insectes sont différenciées en pattes ravisseuses présentant, comme il est habituel pour ce type de pattes, une coaptation de fermeture analogue à celle d'un couteau pliant. Le tibia se couche au repos dans une rigole longitudinale du fémur, le tarse uniarticulé ayant un petit logement spécial sur l'un des côtés du fémur (*fig*. 2).

Chez la Ranatre en particulier, la rigole fémorale, au lieu d'occuper toute la longueur du segment comme chez la Nèpe, est restreinte à un peu moins de la moitié du fémur, longueur strictement égale à celle du tibio-tarse; de plus, une petite saillie fémorale, placée au bon endroit, semble guider le tarse lors du reploiement, comme une sorte de taquet d'arrêt (*fig*. 3, *t*). Chez les Nèpes et les Ranatres, les deux parties coaptantes sont maintenues en place, non par une contraction musculaire, mais par un procédé tout à fait curieux : les bords de la rigole fémorale, de même que les bords du segment tibial, sont recouverts de poils raides, particulièrement serrés chez la Ranatre, qui lors du reploiement s'interpénètrent et réalisent l'adhérence, exactement comme deux brosses que l'on fixe l'une à l'autre, poils contre poils (*fig*. 4).

Développement. — Nous avons examiné des embryons de Ranatres, Nèpes et Naucores, encore renfermés dans l'œuf, un peu avant l'éclosion. Les pattes, et en particulier les prothoraciques qui seront plus tard les ravisseuses, sont allongées de toute leur longueur sur la face ventrale, de sorte que, comme le montre clairement la figure 5, il ne peut y avoir aucun contact, aucun moulage réciproque entre le fémur et le tibio-tarse qui seront plus tard coaptés. Les gouttières et leurs bordures de poils sont nettement dessinées (*g*); le petit logement spécial pour le tarse (*l*) est très reconnaissable. Dès la sortie de l'œuf, la jeune larve, après le rejet d'une membrane embryonnaire, a ses pattes ravisseuses prêtes à fonctionner, et la coaptation est parfaite dès le début.

En résumé, chez les formes que nous avons examinées et chez beaucoup d'autres étudiées par l'un de nous (fémurs antérieurs et tête des Phasmes, boutons-pression des Céphalopodes décapodes, appareils d'accrochage des ailes), les arrangements coaptatifs sont préparés avec tous leurs détails chez l'embryon ou la larve, sans aucune réaction mécanique réciproque des régions qui seront plus tard en rapport. Le dispositif préparé, transmis héréditairement, est prêt à jouer son rôle dès la naissance de la larve ou de l'imago.

L'intérêt de ces petits appareils, c'est leur perfection mécanique qui est indéniable et qui comporte comme un luxe de détails structuraux; il semble d'autre part que cette perfection même est disproportionnée à leur utilité, qui ne paraît pas d'importance capitale pour l'animal. On ne comprend pas qu'une sélection darwinienne de petites variations graduées soit intervenue dans leur genèse, pas plus que des mutations de hasard réalisant d'un coup des dispositifs aussi complexes. Reconnaissons que l'origine des coaptations est un problème jusqu'ici non résolu.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale :

1° Une brochure intitulée : *Écoles et Instituts de fermentation et de brasserie et Associations d'anciens étudiants de Gand, Louvain, Nancy et Paris.* Hommage à la mémoire de Louis Pasteur (1822-1895).

2° Un *Mémoire* inédit de M. A.-L. Herrera *sur l'imitation des cellules avec les fluorures et les silicates.*

ARITHMÉTIQUE. — *Sur l'arithnomie des quaternions.*

Note [1] de M. **L.-G. Du Pasquier**, transmise par M. Hadamard.

L'arithnomie d'un corps de nombres dépend essentiellement de ce qu'on entend par nombre complexe entier, car ce n'est qu'après avoir posé la définition du complexe *entier* qu'on peut parler de divisibilité. Étant donné un quaternion

$$a = a_0 + a_1 i_1 + a_2 i_2 + a_3 i_3$$

---

[1] Séance du 11 septembre 1922.

dont les quatre coordonnées a_λ sont des nombres réels quelconques, le plus naturel semble à première vue d'appeler *entier* un quaternion dont toutes les coordonnées sont des nombres entiers ordinaires. C'est la définition lipschitzienne. On sait qu'elle aboutit à une arithnomie irrégulière, c'est-à-dire où les théorèmes généraux analogues à ceux de la théorie des nombres classique présentent de curieuses exceptions et des anomalies déconcertantes. Hurwitz, au contraire, arrive à une arithnomie régulière, d'une simplicité analogue à celle de l'arithmétique classique, en définissant comme suit : un quaternion est dit *entier* s'il est de la forme

$$\frac{n_0}{2} + \left(n_2 + \frac{n_0}{2}\right) i_1 + \left(n_2 + \frac{n_0}{2}\right) i_2 + \left(n_3 + \frac{n_0}{2}\right) i_3,$$

où les quatre n_λ sont des nombres entiers ordinaires d'ailleurs quelconques. Hurwitz a basé sa définition sur le théorème suivant :

Dans le corps $\{R\}$ *des quaternions à coordonnées rationnelles, le plus grand domaine d'intégrité contenant les unités* $1, i_1, i_2, i_3$, *a la base*

$$i_1, \quad i_2, \quad i_3, \quad \rho = \frac{1}{2}(1 + i_1, + i_2 + i_3).$$

Dans son dernier livre (1), Hurwitz a donné une démonstration de ce théorème énoncé déjà en 1896. Or, ce théorème hurwitzien est un cas particulier du théorème plus général que voici :

Dans le corps $\{R\}$ *des quaternions à coordonnées rationnelles, le domaine holoïde le plus général contenant le nombre* 1 *est formé à l'aide de quatre quaternions linéairement indépendants à la base* (2)

$$t_1 \equiv 1,$$
$$t_2 \equiv a i_1,$$
$$t_3 \equiv \frac{h}{a} i_1 + \frac{m}{a} i_2,$$
$$t_4 \equiv \frac{c}{2} + \frac{p}{2a} i_1 + \frac{gm}{ab} i_2 + \frac{m}{b} i_3.$$

On a posé, pour abréger,

$$h \equiv bc_1 + gc_2 - \frac{bc}{2},$$
$$p \equiv 2c_2 \frac{a^2 + g^2}{b} + g(2c_1 - c),$$

---

(1) *Vorlesungen über die Zahlentheorie der Quaternionen*, 1919.

(2) Le signe $\equiv$ (doublement égal) signifie *égal par définition*.

où c, c_1, c_2, g, $a \neq 0$, $b \neq 0$ et $m \neq 0$ sont des nombres entiers soumis aux trois conditions

$$bc \equiv 0 \pmod 2, \qquad a^2 + g^2 \equiv 0 \pmod b,$$
$$h^2 + m^2 + a^2 c_2^2 \equiv 0 \pmod{a^2 b}.$$

On vérifie que ces conditions soient vérifiées, si l'on prend

$$a = c = c_2 = g = m = 1, \qquad c_1 = 0, \qquad b = 2.$$

Il vient alors $h = 0$, $p = 1$, et l'on a bien le théorème hurwitzien susmentionné.

La recherche du domaine holoïde maximal dans le cas général conduit au système d'équations simultanées

$$(x_1 x_3 - x_0 x_2)\gamma_1 + (x_2 x_3 + x_0 x_1)\gamma_2 - (x_1^2 + x_2^2)\gamma_3 = \frac{1}{2} b_3 y,$$
$$(x_2 x_1 - x_0 x_3)\gamma_2 + (x_3 x_1 + x_0 x_2)\gamma_3 - (x_2^2 + x_3^2)\gamma_1 = \frac{1}{2} b_1 y,$$
$$(x_3 x_2 - x_0 x_1)\gamma_3 + (x_1 x_2 + x_0 x_3)\gamma_1 - (x_3^2 + x_1^2)\gamma_2 = \frac{1}{2} b_2 y,$$

où l'on a posé, pour abréger,

$$y \equiv x_0^2 + x_1^2 + x_2^2 + x_3^2,$$
$$b_3 \equiv \frac{1}{2} k_0 + k_3 - \gamma_3, \qquad b_1 \equiv \frac{1}{2} k_0 + k_1 - \gamma_1, \qquad b_2 \equiv \frac{1}{2} k_0 + k_2 - \gamma_2.$$

Les inconnues sont x_λ et k_λ. Les γ_1, γ_2, γ_3 sont des nombres rationnels donnés, satisfaisant d'ailleurs à certaines relations. Les quatre k_λ doivent être entiers, tandis que les quatre x_λ peuvent être réels quelconques.

Comme ce système d'équations admet plus d'une solution, il s'ensuit que le corps $\{R\}$ possède plus d'un domaine holoïde maximal. Contrairement à ce que l'on croyait jusqu'ici, *il existe, dans le corps des quaternions rationnels, une infinité de domaines holoïdes maximaux.* On peut tirer de ce fait des conséquences importantes pour l'arithnomie des quaternions et la théorie des nombres complexes généraux.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *De la probabilité d'éclairer un avion à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique.* Note [1] de M. JEAN REY, transmise par M. André Blondel.

L'étude de la probabilité qu'un observateur muni d'un projecteur dont le faisceau est défini, a d'atteindre un avion donné dont la course est définie

[1] Séance du 11 septembre 1922.

elle-même, mais inconnue à l'avance, présente diverses particularités qu'il me paraît utile de faire connaître.

Théorie de première approximation. — Une théorie approximative où l'on néglige la vitesse de déplacement du faisceau dans l'espace permet d'obtenir rapidement des formules facilement calculables.

Soit un avion dont le contour approximatif peut être assimilé à une circonférence de rayon ρ et, d'autre part, un projecteur dont le faisceau conique a comme angle solide 2φ. Soit R la distance de l'avion au projecteur que je suppose pouvoir apparaître en un point quelconque de la sphère céleste.

La probabilité que le contour représenté par le cercle de rayon ρ représentant l'avion et jeté au hasard dans le ciel rencontrera la section droite du faisceau lui-même dirigé au hasard, c'est-à-dire un cercle de rayon $r = R \sin\varphi$, est un cas de probabilité des surfaces. Cette probabilité instantanée, où je néglige l'influence de la durée et que je représente par p_i, a comme expression

$$(1) \qquad p_i = \frac{\pi(r+\rho)^2}{S},$$

S étant la demi-sphère céleste.

On voit, en effet, que si le cercle pris comme contour de l'avion était réduit à son centre, il faudrait que ce point tombât sur la circonférence de la section circulaire éclairée par le faisceau. Cette condition permet d'obtenir facilement la formule (1).

La surface S n'étant autre que $2\pi R^2$, on en déduit

$$(2) \qquad p_i = \frac{\pi(R\sin\varphi + \rho)}{2\pi R^2} = \frac{\sin^2\varphi}{2} + \left(\frac{\rho}{R}\right)^2 \times \frac{1}{2} + \frac{\rho\sin\varphi}{R}.$$

La probabilité instantanée croît à mesure que la distance R, de l'avion au projecteur, diminue, mais dans une proportion plus faible.

A titre d'exemple, supposons un faisceau dont l'angle $2\varphi = 2^\circ$ et dont la limite de portée pour l'avion considéré soit de 10^{km}. Je suppose que l'avion corresponde à un contour circulaire de diamètre $2\rho = 12^{M}$. L'unité de longueur étant le kilomètre, p_i a comme valeur $= 0{,}0001638 = \frac{163{,}8}{10^6}$. A la portée de 10^{km}, si le faisceau est lancé brusquement vers le ciel, on pourra parier 6100 contre 1 que l'avion ne sera pas éclairé. A 1^{km} de distance, la valeur de $p_i = 0{,}0002761 = \frac{276{,}1}{10^6}$. La probabilité sera donc de 3600 contre 1, soit 1,69 fois plus forte pour une portée 10 fois plus faible.

Prenons maintenant un second faisceau dont l'angle solide $2\varphi = 1^\circ$ est

moitié du premier. La probabilité à 10^{km} sera de 0,0000437 ou $\frac{43,7}{10^6}$ ou 22900 contre 1. A 1^{km}, elle est de 0,0001088 ou $\frac{108,8}{10^6}$ ou 9200 contre 1. On voit que le faisceau large donne une probabilité 3,77 fois plus grande à 10^{km} que le faisceau mince, et 2,54 fois à 1^{km}.

Influence de la durée d'éclairage. — La probabilité d'atteindre l'avion est d'ailleurs proportionnelle à la durée pendant laquelle il pourra être éclairé. En appelant A un coefficient constant, on pourra toujours écrire $dp = p_i \times A\,dt$.

Je suppose, pour simplifier le problème, que l'avion, dans sa course, se rapproche en ligne droite du projecteur avec une vitesse uniforme V et jusqu'à une distance minima R_0. D'après les notations précédentes,

$$(3)\qquad V = \frac{dR}{dt}, \qquad dt = \frac{dR}{V}, \qquad \text{d'où} \qquad dp = A p_i \frac{dR}{V} = \frac{A}{V} p_i\,dR.$$

La valeur de la probabilité p, en tenant compte de la durée, sera l'intégrale de (3) entre les limites extrêmes de la distance, R portée maxima et R_0. On aura ainsi

$$(4)\qquad (p)\frac{R}{R_0} = \frac{A}{V}\int_{R_0}^{R} p_i\,dR = \frac{A}{V}\left\{\frac{\sin^2\varphi}{2}(R - R_0) + \frac{\rho^2}{2}\left(\frac{1}{R_0} - \frac{1}{R}\right) + \rho\sin\varphi\,\mathcal{L}\left(\frac{R}{R_0}\right)\right\}.$$

Comparaison de deux faisceaux dont l'angle solide est différent ainsi que la puissance lumineuse. — J'ai indiqué ailleurs [1] comment on calcule l'éclairement d'un objet donné par un faisceau de projecteur, à une distance l pour un diamètre δ du cratère du charbon positif et une distance focale f du réflecteur. On a ainsi

$$(5)\qquad \varepsilon_l = 1,273\,\Phi\frac{f^2}{\rho^2\delta^2},$$

Φ est le flux lumineux total dont j'ai donné la définition $|\delta = 2f\sin\varphi|$, φ étant le demi-angle du faisceau.

Je suppose que l'on emploie successivement deux arcs différents dans le même projecteur, correspondant au même flux total Φ, mais dont les angles du faisceau sont $2\varphi_1$ et 2φ. J'appelle R_1 et R les portées limites de ces deux faisceaux éclairant le même avion, et a le coefficient de transparence de l'air, c'est-à-dire la proportion de lumière que laisse passer l'unité de longueur,

---

(1) *De la portée des projecteurs de lumière électrique* (Paris, 1916, Berger-Levrault, éditeur, p. 28, 66 et suivantes),

ici le kilomètre. En posant $1,273\Phi = M$, la formule précédente donne

$$\varepsilon_{R_1} = \frac{Mf^2}{(R_1)^2 \times 4f^2 \sin^2\varphi_1} = \frac{M}{(R_1)^2 \times 4 \sin^2\varphi_1} \quad \text{et} \quad \varepsilon_R = \frac{M}{R^2 \times 4 \sin^2\varphi}.$$

L'éclairement perçu par l'œil de l'observateur est égal aux valeurs précédentes réduites par l'absorption atmosphérique et par un coefficient de diffusion identique pour le même objet. En appelant ε_0 cet éclairement

(6) $$\varepsilon_0 = \varepsilon_{R_1} \times a^{2R_1} \quad \text{(voir le Mémoire cité).}$$

Cette valeur est égale à celle du deuxième faisceau pour sa limite de portée; d'où $\varepsilon_0 = \varepsilon_{R_1} \times a^{2R_1} = \varepsilon_R \times a^{2R}$ et $R^2 \sin^2\varphi \times a^{2R_1} = R_1^2 \sin^2\varphi_1 \times a^{2R}$; d'où enfin

(7) $$R \sin\varphi = R_1 \sin\varphi_1 \frac{a^R}{a^{R_1}}.$$

Connaissant R_1, φ et φ_1 ainsi que a, cette expression fournit R.

Pour l'atmosphère supposée d'une transparence parfaite, cas théorique, $a = 1$. Si R_1 est la portée du premier faisceau pour $a = 1$, elle sera réduite, pour $a < 1$, à $R'_1 = R_1 \times a^{R'_1}$, expression facile à déduire des formules (5) et (6) et calculable par un développement en série.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les réactions entre les oxydes gazeux de l'azote et les solutions alcalines.* Note [1] de M. **A. Sanfourche**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Lorsque l'on fait absorber des vapeurs nitreuses par une lessive alcaline, ce n'est qu'exceptionnellement que l'on retrouve dans la solution les combinaisons nitrées au même état d'oxydation que dans la phase gazeuse préalable. Aussi des divergences se sont parfois élevées entre les auteurs, dont certains utilisaient ce mode opératoire comme méthode d'analyse, tandis que d'autres dosaient les oxydes supérieurs de l'azote après les avoir captés dans l'acide sulfurique concentré.

Nous avons déjà signalé [2] que l'absorption par l'acide sulfurique donne les résultats les plus exacts, à condition d'observer quelques précautions faute desquelles on trouverait un état d'oxydation trop peu avancé. Au contraire, l'absorption par la soude élève presque toujours anormalement la proportion de nitrate.

---

(1) Séance du 11 septembre 1922.

(2) *Bull. Soc. chim.*, t. 25, 1919, p. 638.

L'explication qu'a donnée Raschig de ce fait, basée sur des expériences effectuées avec N^2O^4 liquide, est insuffisante dans le cas des oxydes d'azote gazeux. Celle de Lunge, admettant que le nitrite alcalin à l'état naissant peut s'oxyder pour donner du nitrate, s'appuie sur une hypothèse paraissant n'avoir d'autre fondement que le fait même qu'il s'agit d'expliquer. Enfin, l'une et l'autre ne pourraient être valables que si les vapeurs nitreuses étaient en présence d'un excès d'oxygène. Or, nous avons constaté que, même en l'absence d'oxygène, l'absorption par la lessive de soude fait apparaître un excès de nitrate au détriment du nitrite. Deux séries d'expériences, dont le détail sera exposé dans un autre Recueil, le montrent nettement :

A. On fait des mélanges en proportions calculées de NO et d'oxygène, de manière à correspondre après combinaison aux oxydes N^2O^3 ou N^2O^4, puis on introduit un excès de soude titrée, qui est analysée après absorption complète.

1° 275$^{cm^3}$ NO à 97 pour 100 de pureté sont additionnés de 69$^{cm^3}$ O à 98 pour 100 ($P = 755^{mm}$, $t = 20°7$), ce qui correspond à N^2O^3, c'est-à-dire en réalité constitue un mélange de NO, N^2O^4, N^2O^3 réagissant comme N^2O^3 [1] et qui par l'action des alcalis devrait donner uniquement du nitrite. Après une heure, l'absorption a lieu en introduisant 20$^{cm^3}$ NaOH normale; il se fait quelques brouillards dans le ballon, et une légère rosée se dépose sur les parois. Quand la décoloration de l'atmosphère du récipient est complète, après cinq minutes, on juge l'action terminée. Or, on constate qu'il s'est reformé NO dans la phase gazeuse. La soude est analysée; elle a absorbé :

NO sous forme de nitrite = 0g,1943,
NO sous forme de nitrate = 0g,0486,

alors qu'on devait s'attendre à n'obtenir que du nitrite à l'exclusion du nitrate.

2° On pourrait objecter que, N^2O^3 étant en grande partie dissocié en $NO + NO^2$, d'après les recherches de Lunge, Bodenstein, Wourtzel, etc., NO^2 seul exerce un effet sur l'alcali, et que c'est NO provenant de la dissociation dont on constate la présence; et de plus, que si l'on ne trouve pas des quantités équimoléculaires de nitrite et de nitrate, c'est que celui-ci a été partiellement réduit par NO. Aussi, nous avons refait l'expérience avec N^2O^4 : 275$^{cm^3}$ NO, plus 138$^{cm^3}$ O ($P = 753^{mm}$, $t = 21°$). Au bout de

---

[1] *Sur l'absorption des oxydes d'azote par les acides nitrique et sulfurique* (*Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1573).

deux heures, on ajoute 20^{cm^3} NaOH normale. Mêmes phénomènes que ci-dessus, brouillard et dépôt de rosée qui finit par ruisseler sur les parois, et dont on a vérifié ensuite l'acidité. Après cinq minutes, l'atmosphère étant décolorée, donc l'absorption complète, on constate la présence de NO qui, dans ce cas, ne pouvait préexister. L'analyse de la solution donne :

NO sous forme de nitrite $= 0^g,1475$,
NO sous forme de nitrate $= 0^g,1528$.

Il y a excès de nitrate, tandis que l'on devait s'attendre à trouver molécules égales de nitrite et de nitrate.

On a constaté également la formation de brouillard et le dépôt de rosée.

3° Essai semblable, en employant seulement 12^{cm^3} NaOH normale. La quantité théorique étant $11^{cm^3},2$, l'excès en est très faible. Tout se passe comme précédemment : l'atmosphère est décolorée après 5 minutes d'action de l'alcali, cependant il s'est reformé du NO. Trouvé :

NO sous forme de nitrite $= 0^g,1463$,
NO sous forme de nitrate $= 0^g,1661$.

L'excès de nitrate est plus élevé que dans les expériences précédentes.

B. Pour contrôler directement la composition des gaz, on les fait absorber, d'une part par SO^4H^2 concentré, d'autre part par la lessive de soude.

Après avoir mélangé NO + O dans les proportions voulues et attendu le temps nécessaire, on déplace les vapeurs nitreuses formées par un courant d'azote sec, et, au moyen d'un tube en T, on les envoie partie dans un système de deux cloez à SO^4H^2 66° B., partie dans un système de deux cloez suivis d'un tube de Liebig à cinq boules, entre lesquels sont répartis 25^{cm^3} NaOH normale.

Avec le système alcalin, il se fait toujours dans l'atmosphère des absorbeurs un brouillard de NO^3H vésiculaire très difficile à retenir, et qui parfois s'échappe du dernier tube à boules. Les résultats numériques sont rassemblés dans le Tableau suivant :

	Analyse par SO^4H^2. NO (°/₀) à l'état		Par lessive de soude. NO (°/₀) à l'état	
Proportion des gaz réagissants.	nitreux.	nitrique.	nitreux.	nitrique.
Environ 2NO + O..........	94,94	5,06	93,03	6,97
Entre 2NO + O et 2NO + O^2.	77,39	22,61	66,27	33,73
Environ 2NO + O^2.........	55,50	44,50	52,34	47,66
Excès O	50,0	50,0	45,35	54,65

L'absorption par la lessive de soude fait apparaître constamment un état d'oxydation plus avancé que l'absorption par l'acide sulfurique.

Conclusions. — L'action des vapeurs nitreuses sur les lessives alcalines ne s'exerce suivant le mode généralement admis que si l'alcali est constamment et en chaque point en excès. S'il se trouve quelque part en déficit, c'est l'eau de la solution qui agit pour donner NO^3H et NO.

Tandis que NO^3H vient augmenter la proportion de nitrate, NO se réoxyde si l'atmosphère contient de l'oxygène, demeure inaltéré dans le cas contraire.

De plus, si tous les oxydes de l'azote ne sont pas absorbés durant leur premier trajet à travers la solution, la réaction ci-dessus se passe en phase gazeuse grâce à leur vapeur d'eau qui la surmonte. On en a la preuve visible par la formation du brouillard de NO^3H et le dépôt sur les parois de rosée acide, malgré la présence dans le fond de lessive alcaline en excès. Le dosage en est faussé, car cet acide vésiculaire est très difficile à retenir.

Il est donc préférable de substituer l'acide sulfurique aux lessives alcalines pour l'analyse des oxydes gazeux de l'azote.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions ammoniacales.* Note [1] de M. **Paul Riou**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Dans la fabrication de la soude par le procédé dit *à l'ammoniaque*, la saumure ammoniacale contient, par suite, des équilibres qui se produisent entre les sels en présence, des carbonates neutres de sodium et d'ammonium, des chlorures de sodium et d'ammonium et des bicarbonates de sodium et d'ammonium. J'ai étudié dans ce travail l'influence de la concentration en carbonate et en bicarbonate et celle de la température sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique en l'absence de sels de sodium.

Le bicarbonate d'ammonium, obtenu en faisant passer sur le sel du commerce un courant de gaz carbonique pendant 24 heures, est un corps bien défini. On peut partir de ce bicarbonate pour préparer les solutions de carbonate neutre. Dans une solution titrée d'ammoniaque, on dissout un poids calculé de bicarbonate pur et sec.

Les concentrations sont exprimées en centièmes de molécule-gramme dans 100^g d'eau. Les vitesses V, en centimètres cubes de gaz absorbés en

(1) Séance du 7 août 1922.

une seconde par centimètre carré de surface absorbante. Les chiffres suivants donnent la vitesse de réaction pour des concentrations variables en carbonate neutre à la température de 25°.

Mol. $CO^3(NH^4)^2.10^{-2}$...	0,25.	0,5.	1.	2.	4.	6.	8.
$V.10^4$	7,50	35,70	117,12	124,28	280,00	308,00	333,00

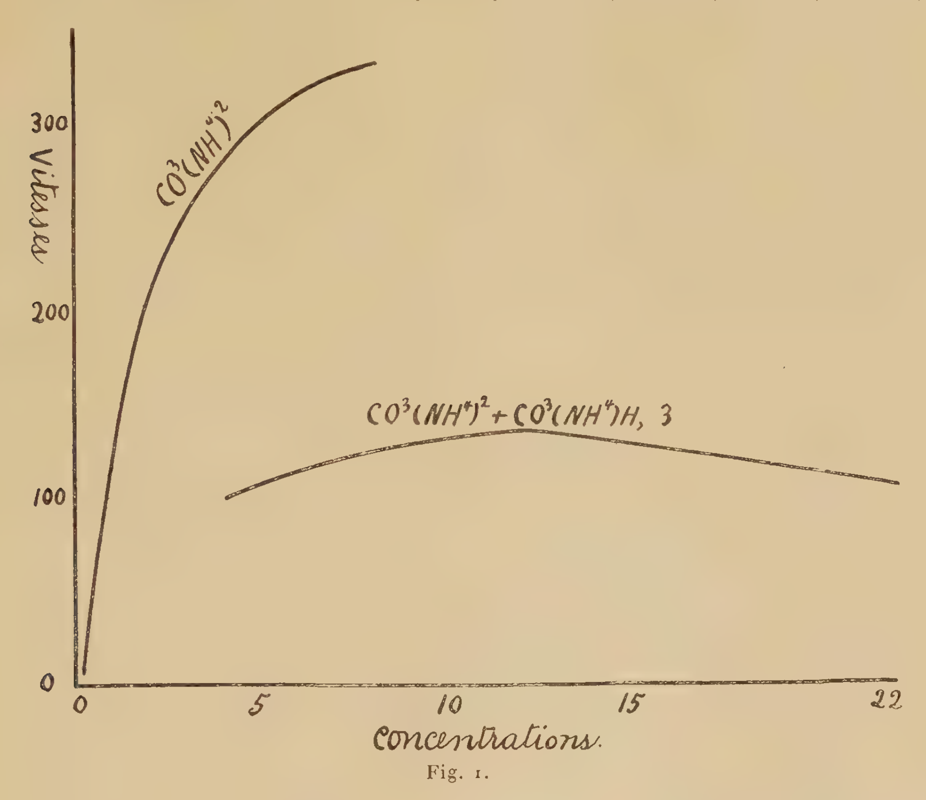


Fig. 1.

Cette vitesse semble tendre vers un maximum qu'il n'a pas été possible d'atteindre, parce qu'on ne peut pas, avec la burette de Bunte, mesurer des vitesses plus grandes que 350 ([1]). En présence de bicarbonate qui ralentit la réaction, on peut au contraire observer un maximum; j'ai ajouté aux différentes solutions 3.10^{-2} molécule-gramme de bicarbonate d'ammonium. En employant cet artifice, j'ai obtenu les chiffres suivants à la température de 3° :

Mol. $CO^3(NH^4)^2.10^{-2}$..........	4.	6.	10.	12.	15.	18.	22.
$V.10^4$	100	115	130	138	130	120	111

Ces résultats sont représentés par le premier diagramme.

([1]) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1017 et 1463.

Le Tableau suivant montre l'influence de la température :

	Mol. $CO^3(NH^4)^2.10^{-2} = 6.$				Mol. $CO^3(NH^4)^2.10^{-2} = 8.$			
	Mol. $CO^3(NH^4)H.10^{-2}$.				Mol. $CO^3(NH^4)H.10^{-2}$.			
Température.	0.	3.	6.	8.	0.	3.	8.	12.
3°.....	150,0	115,4	80,0	62,0	150,0	125,0	80,0	55,5
10......	214,2	150,0	110,0	87,3	214,2	159,0	100,0	88,0
20......	285,2	203,5	152,0	133,3	280,0	220,0	150,0	127,0
25......	315,0	222,2	166,6	150,0	333,3	250,0	166,6	139,0
35......	»	250,0	166,6	150,0	»	270,0	166,6	125,0
45......	»	250,0	150,0	125,0	»	272,7	140,0	88,0
55......	»	214,0	75,0	40,0	»	214,2	70,4	23,0
60......	»	75,0	18,7	1,2	»	166,6	21,5	»

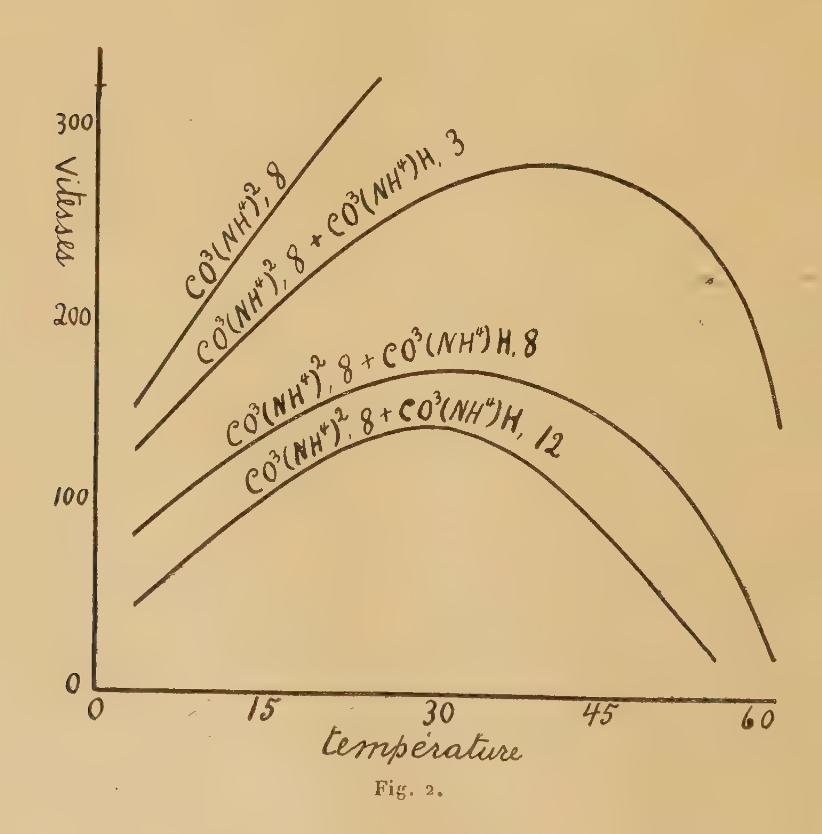


Fig. 2.

On reconnaît sur le diagramme correspondant que la vitesse maximum se déplace sur l'axe des températures avec la concentration en bicarbonate d'ammonium.

GÉOLOGIE. — *Sur de nouveaux pointements de Trias au Maroc oriental.* Note (¹) de M. P. **Russo**, transmise par M. Ch. Depéret.

Au sud de l'énorme étendue subtabulaire cénomanienne qui, sous un mince manteau d'atterrissements, forme entièrement la masse des Hauts Plateaux marocains, se montre une série de plissements aigus, souvent accompagnés de fractures, ayant amené au jour comme en des boutonnières le Trias gypso-argilo-salin et des ophites.

Il n'en a été encore signalé au Maroc que deux pointements vus par Flamand et situés au *Djebel Melah* et au *Djebel Maïz*.

Une étude détaillée de la région m'a permis d'en mettre en lumière divers autres et de suivre sur 80^{km} une double crête anticlinale aiguë à laquelle appartiennent ces pointements et qui paraît apte à contribuer à éclairer le mécanisme d'apparition du Trias dans certains points de l'Atlas saharien.

Si l'on considère l'ensemble des Djebels Soffah, Rekaïz et Beni Smir situés à la limite sud de la région des atterrissements désertiques des Hauts Plateaux, au nord de Figuig, on les voit décrire une courbe en fer à cheval à concavité sud-ouest, dont le centre serait représenté par le Djebel Maïz.

Cet ensemble répond à la terminaison périclinale Est d'un pli anticlinal dont la région axiale a été partiellement érodée, laissant seulement en relief son revêtement périphérique (Soffah, Rekaïz, Beni Smir) et son noyau (Maïz).

Parallèlement aux branches du fer à cheval, existent deux crêtes anticlinales très aiguës, situées l'une au nord-ouest de la branche septentrionale, l'autre au sud-est de la branche méridionale et convergentes à leur extrémité orientale de façon à être dans leur ensemble à peu près concentriques au fer à cheval.

Ces crêtes sont formées de grès blancs et rouges du Jurassique supérieur et laissent de place en place apparaître des pointements axiaux triasiques sans interposition de Jurassique moyen ni de Lias entre le Jurassique supérieur et le Trias (intrusion).

Près de Sen Begar, un beau pointement d'ophite, de plus de 2^{km} de diamètre, surgit dans la crête septentrionale, accompagné de sel gemme.

Plus loin, vers le Nord-Est, un autre pointement se montre, et enfin la crête se continue jusque vers Sfissifa où existe un autre pointement signalé par Flamand.

(¹) Séance du 11 septembre 1922.

La crête méridionale montre aussi un pointement ophitique de 200^{m} de diamètre à Ich. Il n'y a pas là d'argiles, de sel ni de gypse. Le pendage des couches superposées au Trias atteint la verticale.

A l'intérieur du fer à cheval nous allons retrouver le Trias *en place*, cette fois au centre de Djebel Maïz. Celui-ci est formé de dépôts bajociens et liasiques (*Harpoceras Normannianum* d'Orb et *Harpoceras radians* Wright cités par Flamand, et en outre *Phylloceras heterophyllum* Sow, *Paroniceras sternale* de Buch, *Rhynchonella prædiformis* Flamand, etc.

Sous ces assises se montrent les calcaires jaune d'or et les cargneules infraliasiques ainsi que le Trias gypso-salin avec ophites décrit par Flamand.

On voit donc, en allant du centre à la périphérie de l'anticlinal, dans la région de sa terminaison périclinale, se montrer :

1° Trias en place
2° Infralias
3° Lias
4° Mésojurassique
} Djebel Maïz.

5° Zone profondément érodée où, sous des dépôts quaternaires (vallée de la Zousfana) se continue le Mésojurassique et apparaît le Jurassique supérieur (couches à *Terebratula subsella* Leymerie, *Rhynchonella Dumortieri* Szajnocha).

6° Couches gréseuses du Jurassique supérieur (Djebels Suffah, Rekaïz, Beni Smir).

7° Couches gréseuses à pendage inverse des précédentes et subverticales.

8° Trias intrusif.

9° Couches gréseuses du Jurassique supérieur à pendage de même sens que les couches 6°, mais passant progressivement de la position subverticale à l'horizontalité à mesure qu'on s'éloigne de la crête.

Il semble donc que le Trias, en place au centre de l'anticlinal, ait, grâce aux pressions intenses qu'il a subies lors du plissement et aux diaclases et failles développées dans les couches qui lui sont sus-jacentes, pu s'échapper au dehors comme l'ont montré ailleurs MM. Savornin, Brives, Dalloni (Algérie septentrionale). Mais ici le phénomène peut être suivi avec une netteté plus grande qu'en aucun des points jusqu'alors indiqués, et la montée verticale du magma gypso-argilo-salin est tellement évidente qu'elle suggère l'idée d'une action dans laquelle le poids de la masse montagneuse du Maïz doit à lui seul avoir le plus grand rôle, et cela non pas simplement, comme l'a vu M. Dalloni, dans l'intérieur même de la masse montagneuse, mais à distance, comme cela se passerait dans une énorme presse hydraulique.

ENTOMOLOGIE. — *Sur le rôle des soldats de l'*Eutermes matangensis. Note [1] de M. **Jean Bathellier**, présentée par M. Bouvier.

L'*Eutermes matangensis* est un termite dont les soldats sont caractérisés par une corne frontale servant de conduit excréteur et éjaculateur à une glande dont la sécrétion est gluante. Le rôle défensif de cette sécrétion a été mis en évidence par de nombreux auteurs (Escherich, Bugnion, etc.) chez divers termites nasicornes, mais non, que je sache, dans *E. matangensis*. J'ai pu l'étudier dans cette espèce qui est très commune en Indo-Chine, soit dans la brousse, soit aussi dans les maisons et dans les édifices ; j'ai même observé ses galeries dans une basse nef de la cathédrale de Saïgon. Mes observations confirment celles que l'on avait faites jusqu'ici sur d'autres espèces, mais sur certains points elles me paraissent nouvelles.

J'ai la bonne fortune d'avoir au fond du jardin du Laboratoire de l'Institut scientifique de Saïgon une termitière en activité. Le centre même se trouve dans le sol; il en part des canaux couverts qui conduisent les insectes aux endroits où ils peuvent trouver de la nourriture : troncs de pins desséchés, charpentes légères, etc.

Il faisait grand jour (c'est un détail important lorsqu'on parle d'animaux lucifuges). Je brisai un des conduits qui partent de la termitière : il en sortit quelques ouvriers et soldats. J'avais remarqué auparavant beaucoup de petites fourmis noires extrêmement agiles qui rôdaient aux environs. Certaines se précipitèrent sur des ouvriers qui erraient, aveuglés par le soleil, et les emportèrent dans leurs mandibules. Par contre, les mêmes fourmis fuyaient dès que leur course les avait amenées près d'un soldat. En aucun cas, elles n'engagèrent le combat. Elles revenaient sur leurs pas, en général, avant d'être à 2^{cm} de l'ennemi.

Voulant élucider la question, je fis l'expérience suivante : je pris trois boîtes de Petri. Dans la première, je plaçai une cinquantaine de soldats de termites. Dans la seconde, je plaçai une cinquantaine d'ouvriers. La troisième reçut une quantité à peu près égale de nymphes. Puis, ayant capturé une dizaine de grandes fourmis rousses, très agiles, j'en plaçai six dans la boîte n° 1, deux dans la boîte n° 2, deux dans la boîte n° 3, et je recouvris les boîtes : au bout de quelques minutes, j'enlevai les trois couvercles.

Une fourmi de la boîte n° 3 se sauva très vite. L'autre resta quelque

[1] Séance du 4 septembre 1922.

temps, puis s'en alla emportant deux nymphes dans ses mandibules. Les deux fourmis de la boîte n° 2 prirent également le temps de chasser et partirent en emportant chacune un ouvrier. Quant aux fourmis de la boîte n° 1, je les voyais s'épuiser en efforts désespérés pour quitter la place. Chaque fois qu'un de leurs membres frôlait un soldat, celui-ci s'arrêtait et dardait son rostre vers la fourmi. L'une d'elles étant passée sur un amas de termites, je vis l'un d'eux s'y attacher obstinément et darder son rostre à la face inférieure du corselet. D'ailleurs, il n'y avait pas contact et la tête ne gardait sa direction en avant que pendant un très court instant. Trois des fourmis ne quittèrent la boîte n° 1 qu'avec mon aide. Elles avaient les mandibules engluées. De petits grains de sable, de menus fragments de bois adhéraient à leur corps et surtout à leurs pattes. Les trois autres restèrent fixées à des objets contenus dans la boîte. Peu à peu, et d'autant plus vite qu'elles se débattaient davantage, leurs membres se collaient entre eux, puis au long du corps. En fin de compte, elles moururent là, complètement immobilisées. J'essayai en vain de les dégager avec de l'eau : le mucus des termites n'est pas soluble dans ce liquide.

Observées au microscope, toutes les fourmis mises en contact avec des soldats se sont montrées couvertes de petites taches rondes, transparentes, ayant l'aspect de gouttelettes de sirop très épais. Ces petites taches, très nombreuses sur les fourmis mortes, avaient retenu de nombreux corps étrangers. Elles étaient confluentes aux points sur lesquels les soldats s'étaient particulièrement acharnés.

Les soldats de termites possèdent donc une arme très efficace contre leurs ennemis. Il faut bien d'ailleurs qu'il en soit ainsi pour que puisse subsister le troupeau sans défense des ouvriers et des nymphes. Sinon, il suffirait de briser leur système de clôture pour les mettre à la merci de leurs ennemis. Or les Saïgonnais savent qu'il ne suffit pas d'ouvrir une termitière pour que les fourmis, très nombreuses ici, en détruisent les habitants.

J'eus l'occasion de voir ce qui se passe dans ce cas. Le conduit des termites que j'avais brisé se trouvait isolé sur un mur fraîchement badigeonné de blanc. Il était donc très facile de l'observer. Un peu avant le coucher du soleil, j'allai voir ce qu'il devenait. Il était en pleine reconstruction. Le tracé de la partie détruite était reconnaissable : un nouveau plancher noirâtre était déjà édifié sur son emplacement.

De chaque côté, il était protégé par une ligne de soldats qui semblaient obéir à une discipline. Ils étaient rangés — qu'on me pardonne l'expression — coude à coude. Leur ligne, très régulière, suivait le contour de la

galerie qu'il fallait réédifier. Bien plantés sur leurs pattes, ils relevaient leur extrémité postérieure, et en même temps tenaient leur tête aussi haut qu'il leur était possible, bien horizontale, le rostre en avant. Les fourmis qui sentaient les ouvriers au travail derrière la barrière vivante essayaient parfois de s'en approcher pour enlever une proie. Mais elles brisaient leur élan et reculaient bien avant de toucher à la ligne redoutable.

A l'abri de cette barrière protectrice, les ouvriers travaillaient avec ardeur. Chacun d'eux apportait un minuscule caillou dans ses mandibules, le mettait en place, l'assurait, puis, se tournant, déposait un peu de cette matière anale qui leur sert de ciment, et laissait la place à un autre.

Le groupement des soldats en barrière défensive latérale a été signalé par divers auteurs, et M. Bugnion en a même donné une excellente photographie dans une espèce de Ceylan, l'*Eutermes monoceros;* mais il s'agissait de soldats flanquant une procession d'ouvriers, et non point de travailleurs construisant une galerie.

MICROBIOLOGIE. — *Existe-t-il des organismes susceptibles de reviviscence dans les roches après stérilisation par la chaleur?* Note (¹) de MM. **F. Dienert** et **P. Etrillard.**

M. Galippe, dans une série de Notes (²) a indiqué comment il avait pu obtenir des cultures microbiennes en ensemençant, dans du bouillon, des fossiles, de l'ambre ou des roches, soit après stérilisation par l'éther, soit, dans sa dernière Note, après stérilisation par la chaleur.

Pour certaines roches, le granite et le basalte, en particulier, la température de stérilisation variait de 200° à 800° C. Le basalte fut même fondu à 1300° C. et porté ensuite à 1335° C., avant d'être mis en expérience.

Dans tous ses essais, M. Galippe retrouvait des corpuscules ovoïdes qui se multipliaient et se transformaient. La dernière Note se terminait ainsi : « La nature n'est pas inerte, elle constitue au contraire un réservoir inépuisable de vie. »

Nous nous proposons d'entreprendre des recherches sur cette question.

Nous avons opéré sur du calcaire crayeux tendre, de l'argile rencontrée dans un sondage, sous les alluvions de la Marne à Mézy, du granite de la Corrèze, un micaschiste de Syra, une syénite néphélinique de l'archipel de Los et une andésite du Mont Dore.

(¹) Séance du 4 septembre 1922.

(²) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 856; t. 171, 1920, p. 754; t. 172, 1921, p. 1252.

Nous nous sommes servis, pour ces essais, de tubes connus sous le nom de Rosa-Josepha. Ils sont constitués par cinq tubes à essai, semblables, soudés l'un à l'autre par une tubulure horizontale placée à demi-hauteur environ. Après avoir préalablement stérilisé à 180°, au four à flamber, chacun de ces tubes, on introduisait dans les trois tubes du Rosa-Josepha environ 10g de roche réduite en poudre grossière, les deux autres tubes étant laissés vides. On stérilise l'ensemble à 180°, puis on emplit les deux tubes vides avec un bouillon de peptone alcalinisé (PH = 7,3) légèrement et l'on stérilise à nouveau à 120° à l'autoclave.

Puis, par la tubulure latérale, on fait passer le bouillon sur les roches en poudre, en inclinant fortement le tube Rosa-Josepha. On évite par ce moyen toute contamination extérieure au cours de cette manipulation.

Ces tubes, placés à l'étuve à 36°, ne donnent aucune culture; le bouillon reste clair et ne révèle aucun organisme susceptible de reviviscence.

Dans un autre essai, nous avons stérilisé les tubes, remplis de roches, à 180°, puis nous avons introduit aseptiquement le bouillon de culture dans les deux autres tubes du Rosa-Josepha, comme dans le premier essai, sans faire suivre cette introduction d'une stérilisation à 120°. On laisse ces tubes pendant 8 jours à 36° pour s'assurer de la correction de la manipulation, puis on fait passer le bouillon sur les roches en poudre. Cette fois certaines roches donnent une culture, en particulier le granit et la syénite.

Mais on sait que la stérilisation des roches en poudre est difficile, la chaleur pénètre lentement dans la masse. Un second essai a été fait en stérilisant la roche en poudre deux fois à 180° à un jour d'intervalle.

Les roches sont restées stériles sauf dans un tube contenant du granite en poudre sur trois ensemencés. Le trouble constaté avec la syénite provenait d'un petit dépôt d'oxyde de fer. Réensemencé sur bouillon, il restait stérile.

Sans vouloir expliquer les résultats surprenants de M. Galippe, nous concluons de nos essais qu'il semble bien qu'en s'entourant de précautions et en stérilisant les roches à 180° pendant un temps suffisamment long, celles-ci ne contiennent aucun organisme susceptible de reviviscence.

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

É. P.